

## 4. 脳・神経の理解

伊藤啓先生（東京大学）からは、ショウジョウバエを用い感覚系から神経回路の同定・活動解析・機能制御についての網羅的な研究プロジェクトや、社会から期待される科学者の役割についてお話いただきます。糸原重美先生（理化学研究所）からは、脳が担う高次脳機能：‘こころ’の理解を目指し、脊椎動物で新たに獲得された膜蛋白質：Netrin-G1, G2 に着目された研究について紹介いただきます。伊藤正男先生（理化学研究所）からは、現在までの脳科学の進歩に触れながら、神経システムとして不明な部分の残る大脳の回路網や、人工知能を創る試みについてお話いただきます。参加者の皆様方には、「脳・神経科学の面白さ」、「脳・神経科学研究に求められるブレイクスルー」、「脳科学と社会との関わり」等の議題を通じて、神経科学が未だ成し遂げていない、これから挑戦すべきテーマについて活発な議論を展開することがねらいです。皆様の参加を心よりお待ちしております。

### キーワード

- ・システムニューロバイオロジー
- ・高次脳機能を支えた分子進化
- ・神経システムへの挑戦

オーガナイザー：小川（兼 司会）、井本、馬谷

# 広い視点から脳を調べるシステムニューロバイオロジー ：ハエの脳とヒトの目を素材にして

## 略歴

- 1991年 東京大学理学系大学院博士課程 修了（理学博士）
- 1991年 ドイツ・マインツ大学 遺伝学教室 客員研究員
- 1994年 科学技術振興事業団 ERATO 研究員
- 1998年 岡崎国立共同研究機構 基礎生物学研究所 細胞増殖研究部門 助手
- 2002年 東京大学 分子細胞生物学研究所 高次構造研究分野 助教授（現・准教授）
- 2004年 NPO 法人カラーユニバーサルデザイン機構を設立。副理事長



東京大学 分子細胞生物学研究所

伊藤啓 先生

## 講義要旨

電子回路のごく一部分だけを調べても全体の働きは理解できないのと同じように、解析しやすく興味を惹きやすい一部だけの神経回路や、神経細胞の中の一部の分子の機能だけを調べていたのでは、脳の働きは理解できない。感覚器から行動制御に至るまでの神経回路と情報の流れを、システムとして網羅的に調べることが重要である。神経細胞数が膨大で、利用できる実験技術も限られている哺乳類では、このような研究は残念ながら容易ではない。そこで我々は、脳が小さいわりに幅広い行動レパートリーを示し、神経の同定・活動解析・機能制御を高度に連携させて研究できるショウジョウバエを使って、感覚系から順を追って神経回路の全貌を明らかにする遠大なプロジェクトを進めている。また脳の研究は、それ自体が社会のシステムの一部である。専門家しか読まない学術誌に論文を発表するだけでは、研究の成果が社会に反映されることはない。遺伝子や生理学レベルの研究が進んでいるヒトの色覚の研究を、社会のさまざまなものの設計に実際に反映させるカラーユニバーサルデザインの経験を通じて、社会から期待されている科学者の役割についても話題を提供する。

## 参考文献

- 1) 上川内あづさ・稲垣秀彦・萬涼子・伊藤啓. 脳構造・生理・行動制御の統合的解析モデルとしてのショウジョウバエ. 蛋白質核酸酵素 54(14), 1817-1826, 2010
- 2) Kamikouchi, A., Inagaki, H. K., Effertz, T., Fiala, A., Hendrich, O., Gopfert, M. C. and Ito, K. The neural basis of Drosophila gravity sensing and hearing. Nature, 458, 165-171, 2009.
- 3) Tanaka, N. K., Tanimoto, H. and Ito, K. Neuronal assemblies of the Drosophila mushroom body. J Comp Neurol, 508, 711-755, 2008.

## 若手へのメッセージ

科学は、「自分が調べたことを他の人に話し、価値を分かってもらおう」という職業である。だがこれはなかなか難しい。ポストクや助教になるには、自分の分野の同業者に価値を分かってもらえればよい。しかし独立研究者を選考したり、研究予算の申請を審査したりするのは、自分と違う分野の人である。日ごろから幅広い分野の人とあれこれ話し、知り合いを作り、さまざまな見方、考え方を知っておくと、いろいろな人に自分の仕事の価値を分かってもらいやすくなる。

オーガナイザー：馬谷千恵／東京大学

# 高等脊椎動物の高次脳機能を支えた 分子進化

## 略歴

- 1972年 山口大学農学部獣医学科
- 1976年 山口大学大学院農学研究科獣医学専攻修士課程
- 1978年 農林水産省家畜衛生試験場 研究員
- 1988年 マサチューセッツ工科大学ハワードヒュージ医学研究所  
博士研究員
- 1991年 農林水産省家畜衛生試験場 主任研究員、研究室長
- 1993年 京都大学ウイルス研究所高次生体情報分野 助教授
- 1997年 理化学研究所脳科学総合研究センター  
行動遺伝学技術開発チーム チームリーダー



理化学研究所 脳科学研究センター  
糸原重美 先生

## 講義要旨

“こころ”の破綻とされる諸問題が急増する近代社会において、“こころ”の生物学的基盤の理解を深める事の重要性は益々高まっている。私達は、“こころ”とは“高等脊椎動物の脳が担う高次脳機能”との立場で研究している。その発達は分子進化によってもたらされた事は自明であるが、脊椎動物で新たに獲得された遺伝子はとりわけ重要な意味を持ったと推定できる。この作業仮説の下、Netrin-G1 および Netrin-G2 膜蛋白質に注目して研究している。これらは独立した神経回路の軸索上で相互排他的に発現し、樹状突起に発現する固有の膜受容体 (NGL1 および NGL2) に結合する。これら遺伝子ノックアウトマウスの行動学的解析は、これらの分子進化が担った役割の大きさを示している。ここでは、これら変異マウスの多面的解析の概要を紹介する。Netrin-G1 および Netrin-G2 の重要な機能は相互排他的神経回路における転写能力を獲得した事に依存している。それがどのようにして獲得されたのか、合わせて議論する。

## 参考文献

- 1) Complementary expression and neurite outgrowth activity of netrin-G subfamily members. Nakashiba T et al. Mech Dev. 111:47-60, 2002.
- 2) NGL family PSD-95-interacting adhesion molecules regulate excitatory synapse formation. Kim S et al. Nat Neurosci. 9:1294-301, 2006.
- 3) Axonal netrin-Gs transneuronally determine lamina-specific subdendritic segments. Nishimura-Akiyoshi S, et al. PNAS 104:14801-6, 2007.

## 若手へのメッセージ

高等脊椎動物の行動が、どの神経回路で、どのような分子・細胞機構により制御されるのか明らかにする上で、げっ歯類（特にマウス）は大変優れた研究手段を提供します。その最大の特徴は、殆ど全ての遺伝学的手法を適用できる事であり、多面的な解析が可能です。げっ歯類に触れて、見る事自体も楽しいことです。研究手法の進展は日進月歩であり、熱意と創造性に溢れた若い研究者・学生がたくさん参画する事により、一層の発展が期待されます。

オーガナイザー：井本有基／京都大学

# 複雑な神経システムへの挑戦

## 略歴

1962-1969年	John Eccles 研究室留学
1963年	東京大学医学部助教授
1973年	同教授
1989年	理研フロンティアチームリーダー
1997年	理研脳科学総合研究センター所長
2003年	同特別顧問



理化学研究所 脳科学総合研究センター

伊藤正男 先生

## 講義要旨

脳の中には至る所精緻な神経回路網があり、その構造と働きは脳の部位によって異なっている。局所の神経回路網がつながり合って複雑な神経システムを構成し、知覚、運動、情動、記憶学習、覚醒睡眠という5つの脳機能を生み出し、それらをもとにして摂食、防御、繁殖、探索などの生まれつきの動物行動を発現する。最近の脳科学の進歩により、シナプスを中心とする分子細胞レベルの知識は急速に拡大したが、複雑な系としての脳の解明は進歩が緩やかである。回路網研究は小脳や大脳基底核についてはよく進んでいるが、大脳の回路網については不明の部分が多い。神経システムについてもかなりの進展は見られるものの、半世紀前に発足した人工知能を創る試みが未だ皆目検討がつかないことを見れば、いかに現在の知識が不十分なことがよくわかるであろう。ここにこれからの大きな挑戦の標的がある。

## 参考文献

- 1) 脳の学習力 プレークモアとクリス（乾ら訳）岩波書店
- 2) 考える脳 考えるコンピュータ ホーキンス（伊藤文英訳）ランダムハウス講談社
- 3) 脳波ここまで解明された 合原一幸編著 ウエッジ

## 若手へのメッセージ

脳科学はこれまで10年にわたり強力に推進され、大きな進歩がありました。しかし、複雑きわまりないその構造を実験的に解明し、神経回路の働きをモデル化し、こころの座としての脳に迫るのはいよいよこれからです。そのためには多方面からのアプローチが必要で、新たな実験技術の開発も強くもとめられています。いま転換点に立つ脳の研究における意欲的な若手の活躍に期待します。

オーガナイザー：小川秀一郎／京都大学